

**Evaluación comparativa de las características
fisicoquímicas y sensoriales de dos músculos
de la canal de res (*Obliquus abdominis
externus* e *Infraspinatus*) con y sin técnica de
mejoramiento**

Gerardo Alejandro Hernández Lino

**Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano
Honduras**

Noviembre, 2018

ZAMORANO
CARRERA DE AGROINDUSTRIA ALIMENTARIA

**Evaluación comparativa de las características
fisicoquímicas y sensoriales de dos músculos
de la canal de res (*Obliquus abdominis
externus e Infraspinatus*) con y sin técnica de
mejoramiento**

Proyecto especial de graduación presentado como requisito parcial para optar
al título de Ingeniero en Agroindustria Alimentaria en el
Grado Académico de Licenciatura

Presentado por:

Gerardo Alejandro Hernández Lino

Zamorano, Honduras
Noviembre, 2018

Evaluación comparativa de las características fisicoquímicas y sensoriales de dos músculos de la canal de res (*Obliquus abdominis externus* e *Infraspinatus*) con y sin técnica de mejoramiento

Gerardo Alejandro Hernández Lino

Resumen. La industria se ha visto forzada a encontrar cortes de carne que puedan cumplir con parámetros de calidad y que puedan ser utilizados para lograr mayor rotación de sus productos. El objetivo del presente estudio fue comparar las características fisicoquímicas y sensoriales de los cortes de los músculos *Obliquus abdominis externus* e *Infraspinatus* con y sin técnica de mejoramiento. La técnica de mejoramiento consistió en tenderizar y masajear con solución de marinado los músculos. Se evaluó el color, la textura, la concentración de hidrógeno, porcentajes de humedad, grasa, proteína y cenizas; y la aceptación y preferencia sensorial. Los músculos marinados exhibieron menor dureza y contenido de proteína y mayor porcentaje de humedad y alcalinidad. La técnica de mejoramiento no afectó el color, el contenido lipídico ni el de ceniza, pero mejoró la aceptación sensorial de los cortes de carne. El tratamiento preferido fue el *Obliquus abdominis* en presencia de la técnica de mejoramiento, obteniéndose resultados aceptables para el *Infraspinatus* como alternativa de rotación de producto en la Empresa Agroindustrias Del Corral.

Palabras clave: aceptación, suavidad, preferencia.

Abstract. The industry has been forced to find cuts of meat that can meet quality parameters and can be used to achieve greater rotations of their products. The objective of the present study was to compare the physicochemical and sensory characteristics of the *Obliquus abdominis externus* and *Infraspinatus* muscle with and without an improvement technique. The technique of improvement consisted in tenderizing and massaging the muscles with marinade solution. The color, texture, hydrogen concentration, moisture, fat, protein and ash percentages were evaluated; and sensory acceptance and preference. Marinated muscles exhibited lower hardness and protein content and higher percentage of moisture and alkalinity. The improvement technique did not affect the color, the lipid content or the ash content, but it improved the sensory acceptance of the cuts of meat. The most preferred treatment was the *Obliquus abdominis* in the presence of the improvement technique, obtaining acceptable results for the *Infraspinatus* as an alternative product rotation in the Agroindustrias Del Corral Company.

Keywords: acceptance, tenderness, preference.

CONTENIDO

Portadilla	i
Página de firmas.....	ii
Resumen.....	iii
Contenido.....	iv
Índice de Cuadros, Figura y Anexo	v
1. INTRODUCCIÓN.....	1
2. MATERIALES Y MÉTODOS.....	3
3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	9
4. CONCLUSIONES.....	19
5. RECOMENDACIONES.....	20
6. LITERATURA CITADA	21
7. ANEXO	25

ÍNDICE DE CUADROS, FIGURA Y ANEXO

Cuadros	Página
1. Composición del marinado de la carne en base al 42.4% del 100% del producto.....	4
2. Descripción de los productos comerciales utilizados en la mezcla del marinado.....	5
3. Distribución de los tratamientos.....	9
4. Medias del porcentaje de humedad y desviaciones estándar de los tratamientos.....	11
5. Medias del porcentaje de proteína y desviaciones estándar de los tratamientos	11
6. Medias del porcentaje de grasa y desviaciones estándar de los tratamientos....	12
7. Medias del porcentaje de cenizas y desviaciones estándar de los tratamientos..	13
8. Medias de pH y desviaciones estándar de los tratamientos.....	14
9. Medias de fuerza de corte y desviaciones estándar de los tratamientos expresados en porcentaje.....	15
10. Medias de los valores L*, a*, b*, h, croma y desviaciones estándar de los tratamientos.....	17
11. Medias y desviación estándar de los atributos sensoriales de los tratamientos..	18
12. Prueba Chi-cuadrado para análisis sensorial de preferencia.....	19
Figura	Página
1. Flujo de proceso para la elaboración de carne marinada.....	5
Anexo	Página
1. Pruebas sensoriales.....	25

1. INTRODUCCIÓN

En la última década la industria cárnica ha experimentado cambios en toda la cadena de valor, el aumento poblacional, los requerimientos nutricionales, la exigencia del consumidor en cuanto a la calidad del producto y los cambios en las preferencias alimenticias demandan mayor producción. Según la FAO la producción de carne se duplicará para el año 2050 (Bennett 2016). Debido a este incremento en el consumo de carne se estima que los consumidores serán más exigentes en cuanto a parámetros de calidad y por ende, la industria alimentaria debe cumplir con esas exigencias (Ruíz 2003). A medida que el consumidor exige calidad, la industria se enfoca en factores que mejorarán la calidad. Entre los factores y atributos que determinan la calidad de la carne se encuentran: la suavidad, jugosidad, sabor y color. Los consumidores pagan más por cortes de carne de alta calidad que aseguren su aceptación y cumplan con los parámetros anteriormente mencionados (Vásquez 2008).

Entre las técnicas desarrolladas por la industria para mejorar la calidad se encuentran el tenderizado, el masajeado y marinado (salmuera) (Klaus 2004). El tenderizado es un método muy utilizado en combinación con el masajeado y la aplicación de salmueras. El tenderizado tiene como objetivo la extracción de las proteínas miofibrilares para lograr la retención de agua (Pietrasik 2010). El masajeado muchas veces se realiza en combinación con la salmuera ya que el masajeado es una fase de reposo donde sigue existiendo una extracción de proteínas y una aceleración del tiempo de maduración (Xacargo 2010). Las salmueras son un vehículo que facilita la absorción de los aditivos que se le deseen agregar a la carne para mejorar los atributos sensoriales y físicos ya que aporta sabores, preservantes, color aroma y jugosidad (Barbut 2015). Este tipo de tratamiento son utilizados en la industria cárnica en su mayoría para elaborar productos con valor agregado.

La aplicación de salmueras se realiza con dos objetivos principales, mejorar la suavidad y aumentar la vida útil del producto (Sañudo 1997). Uno de los objetivos principales al utilizar salmueras en productos cárnicos es el aumentar el rendimiento en la carne cruda que beneficia tanto al productor como al consumidor. Adicionalmente, el mejoramiento de carnes da más jugosidad y reduce la pérdida de agua al momento de su cocción (Pietrasik 2010). En la industria cárnica existen tres diferentes métodos para aplicar el marinado, entre ellos se incluye la inmersión, la inyección y masajeado al vacío (Barbut 2015). El masajeado en carne se realiza por medio de la utilización de “tumblers” que trabajan al vacío, lo que crea fricción y provoca modificaciones en la estructura de la carne (Xacargo 2010). El proceso de masajeado se realiza en productos que son listos para cocinar y con valor agregado. El masaje y la caída de la carne dentro del “tumbler” dan como resultado la extracción de exudados proteicos (actina y miosina) los cuales promueven la retención de agua.

La caída da como resultado productos mucho más jugosos que mejoran las características de corte. El masajeado en “tumblers” cumple dos principales funciones. La primera función es la coagulación de la proteína la cual mejora las propiedades para ligar agua, la segunda función se da por medio de la extracción de la proteína durante el masajeado que actúa como un sellador para la retención de agua (Pietrasik 2010).

El *Obliquus abdominis externus*, se caracteriza por ser un corte con suavidad intermedia, pero con bastante sabor. Es importante mencionar que dentro de las características del *Obliquus abdominis externus*, se encuentran la jugosidad, sabor, suavidad intermedia y una fuerza de corte de 4.34 kg aproximadamente (Calkins y Sullivan 2007). Sin embargo, este músculo representa un 4.86% de toda la canal, esto significa que a pesar de que es un corte con características aceptables no se puede obtener grandes cantidades de él para cumplir con las demandas que exigen los consumidores, así como también con la demanda económica a la que desearía alcanzar cualquier empresa cárnica.

El *Obliquus abdominis externus*, ubicado en la superficie lateral de las costillas detrás de la cuarta costilla y sobre los músculos intercostales externos está siendo comercializado por la empresa Agroindustrias Del Corral como “Churrasco” el cual lleva un tratamiento de mejoramiento previo a su comercialización. El tratamiento consiste en someter los cortes denominados “Churrasco” a un tenderizado y masajeado por 20 min con una salmuera a base de 40% agua, 1.0% pat tender (Griffith laboratories), como ligador de agua, 1.0% marinador para aportar sabor, 0.4% lacto plus conservante (Griffith laboratories) en base al peso de las tandas. La empresa Agroindustrias Del Corral tiene como objetivo suplir con la demanda que este producto requiere. Por lo que este estudio pretende proponer otros músculos que se encuentren dentro de la canal para poder asemejar las características fisicoquímicas y sensoriales del musculo *Obliquus abdominis externus* e *Infraspinatus* que el mercado demanda de esta empresa.

El *Infraspinatus* o mejor conocido como “Top blade” está siendo comercializado alrededor del mundo sin el tejido conectivo, el cual, ha hecho que 41.73 millones de kg se estén vendiendo anualmente en los Estados Unidos de América (Calkins y Sullivan 2007). La universidad de Nebraska evaluó diferentes tipos de cortes secundarios de la canal a los cuales se les podría dar un valor agregado, entre ellos se destacó el *Infraspinatus* por sus excepcionales características y aceptación por parte de los consumidores. El *Infraspinatus* posee una terneza < 3.89 kg, una fuerza de corte de 3.19 kg y una jugosidad única la cual fue evaluada mediante estudios sensoriales que indicaron ser uno de los cortes de carne con más jugosidad (Calkins y Sullivan 2007). Debido a las características mencionadas, el *Infraspinatus* podría representar una alternativa para la comercialización de carnes de la empresa Agroindustrias Del Corral, que ayudaría a lograr una mayor rotación de producto.

Los objetivos que se establecieron en el estudio fueron los siguientes:

- ◆ Determinar las características fisicoquímicas de los músculos *Infraspinatus* y *Obliquus abdominis externus* sometidas a un proceso de mejoramiento de carne.
- ◆ Evaluar la aceptación y preferencia de los consumidores en relación a los músculos *Infraspinatus* y *Obliquus abdominis externus* con o sin técnica de mejoramiento.

2. MATERIALES Y MÉTODOS

Localización del estudio.

El proceso de extracción de los músculos *Infraspinatus* y *Obliquus abdominis externus* se realizó en la planta de Agroindustrias Del Corral, situada en el departamento de Comayagua. Los análisis fisicoquímicos se realizaron en el Laboratorio de Análisis de Alimentos de Zamorano (LAAZ) y los análisis sensoriales se realizaron en el supermercado de la empresa Agroindustrias Del Corral ubicado en Siguatepeque, departamento de Comayagua.

Materiales.

- ◆ Recortes de los músculos (*Infraspinatus* y *Obliquus abdominis externus*)
- ◆ Agua
- ◆ Fosfato (Pat tender) (Griffith laboratories)
- ◆ Sal (cloruro de sodio)
- ◆ Fundas termoformables
- ◆ Crisoles
- ◆ Hielera
- ◆ Lacto plus (Griffith laboratorios)

Equipo.

- ◆ Tumblers (Henneken, Bad Wunnenberg)
- ◆ Empacadora Multivac (modelo R145)
- ◆ Cuarto frío
- ◆ Color Flex Hunter Lab
- ◆ Potenciómetro (Sper Scientific Large Display)
- ◆ Incinerador Sybor Thermoline
- ◆ Desecador
- ◆ Balanza analítica (OHAUS)
- ◆ Mufla (Fisher Scientific)
- ◆ Texturómetro de Brookfield (Texture Analyzer Brookfield)
- ◆ Sostec Foss (modelo 8000)

Obtención de la carne.

La materia prima (*Infraspinatus* y *Obliquus abdominis externus*) se obtuvo de 140 animales provenientes de Nicaragua, de no más de 3 años, con pH normales. Los animales al moento

en que llegaron a la planta de la empresa Agroindustrias Del Corral se mantuvieron en el corral de descanso por 24 horas y posteriormente fueron cosechados; Asignándoles un número a cada canal para identificarla. Las canales se mantuvieron durante dos días en un cuarto frío a 4 °C. Cuando las canales alcanzaron los 7 °C se despostaron en los diferentes cortes primarios, de los cuales se extrajeron 28 kg del músculo *Infraspinatus* e igual cantidad del *Obliquus abdominis externus*, mismos que se cortaron en las dimensiones del protocolo de procesamiento de la empresa Agroindustrias Del Corral.

Técnica de mejoramiento y empaqueo de las muestras de carne.

En la Figura 1 se presenta el proceso de marinado y empaqueo de muestras de carne llevado a cabo en este estudio. La carne proveniente de los músculos *Obliquus abdominis externus* y del *Infraspinatus* fueron sometidas al proceso de mejoramiento, el cual consistió en tenderizar en una tenderizadora (Ogalsa) los 28 kg extraídos de cada uno de los músculos y luego masajear en “tumblers” (marca Henneken, Bad Wunnenberg) de una capacidad de 181.43 kg durante 20 min con una solución de marinado (salmuera) (Cuadro 1) y subsecuentemente empaqueo (Figura 1).

La salmuera estaba compuesta de agua con hielo al 40% del peso de la carne, un marinador de carne de res (marca Griffith Laboratorios) añadido al 1.0% y los productos comerciales Lactoplus (La Campana) al 0.4% como conservante y Pat Tender (Griffith Laboratorios) al 1.0% como extensores de la masa cárnica y ligador de agua.

Después de 20 min de masajeado con salmuera se seleccionó una muestra de 2.27 kg de cada músculo (*Infraspinatus* y *Obliquus abdominis externus*) para ser empaçada en bolsas termoformables y transportada con los tratamientos control en una hielera a 4 °C al LAAZ (ubicado en la Escuela agrícola Panamericana, Zamorano). A cada músculo se le realizó análisis físicos (color y fuerza de corte) y químicos (pH y análisis proximales).

Para la carne no mejorada (control) se extrajo una muestra de alrededor de 2.27 kg de cada uno de los músculos *Infraspinatus* y *Obliquus abdominis externus*, las cuales fueron empaçadas en bolsas termoformables y almacenada en un cuarto frío a 4 °C.

Cuadro 1. Composición del marinado de la carne en base al 42.4% del 100% del producto.

Ingrediente	Porcentaje de marinado
Agua fría	94.33%
Pat Tender	2.35%
Marinador	2.35%
Lactoplus	0.97%

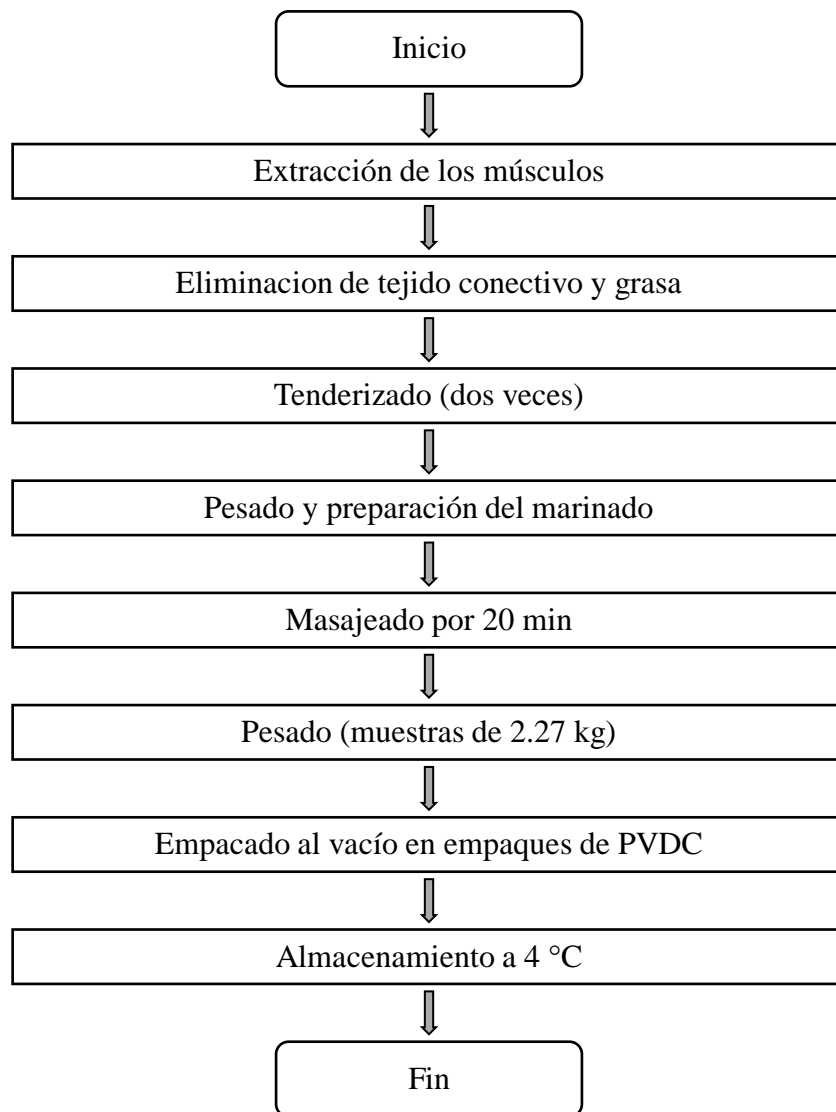


Figura 1. Flujo de proceso para la elaboración de carne marinada.

En el Cuadro 2 se describen los ingredientes que posee cada producto comercial. Sin embargo, los porcentajes no están detallados de manera específica por confidencialidad de las empresas proveedoras y de la empresa Agroindustrias Del Corral.

Cuadro 2. Descripción de los productos comerciales utilizados en la mezcla del marinado.

Producto	Ingredientes
Pat Tender	Proteína de soya, fosfatos, goma xantano, goma guar
Marinador	Sal, fosfatos, maltodextrina, enzima proteolítica
Lactoplus	Diacetato de sodio, lactato de sodio

Análisis fisicoquímicos.

Análisis de color. Se utilizó el colorímetro Colorflex HunterLab modelo (color flex EZ) un equipo que mide los valores de L*, a*, b* los cuales describen los colores en tres diferentes ejes de coordenadas. El valor L* mide la claridad en un rango de 0-100, siendo 0 lo más negro y 100 lo más claro. El a* mide el espectro visible de los colores verde a rojo, dando resultado a* (-) verde, y a*(+) rojo. Por último, el b* mide los colores del espectro visible azul a amarillo dando como resultado b* (+) amarillo y b*(-) azul. Se tomó una cantidad de 15 g la cual cubría todo el lente para cada tratamiento y se sometió al equipo de Color Flex Hunter Lab dando los respectivos resultados (Palma Avila 2009). Adicionalmente, se calculó los valores de H y croma.

Análisis de textura. La textura se determinó utilizando el texturómetro de Brookfield (Texture Analyzer Brookfield modelo CT3 4500) para esto fue necesario cortar los trozos de carne en bloques con un largo de 30 mm y un ancho de 30 mm, los bloques se cocinaron en un horno hasta alcanzar 70 °C internamente por 5 min cumpliendo con la norma establecida de superar los 62.8 °C durante 3 min (Legako 2015). Luego se sometieron al texturómetro el cual midió la fuerza de corte en donde se obtuvo el punto máximo de fuerza de corte requerido para cortar cada una de las muestras, el texturómetro se activó con una carga de 0.067 N y una velocidad de 2 mm/s utilizando el acople de Warner Bratzler (Umanzor Delgado 2012).

Concentración de hidrógeno. Para cada tratamiento se midió la concentración de hidrógeno, utilizando un potenciómetro digital (marca Thermo Scientific Orion 3 Star). La escala para medir pH es de 0-14 donde 0 indica el grado máximo de acidez y 14 siendo el grado máximo de alcalinidad. El potenciómetro se calibró antes de cada repetición, se utilizó 1 g de muestra y 10 ml de agua destilada los cuales se mezclaron hasta tener una mezcla homogénea (Noriega Rivera 2015).

Humedad. Se pesaron 3 g de cada tratamiento en una balanza analítica (OHAUS), cada muestra se colocó en su respectivo crisol y posteriormente se trasladó a un horno (Fisher Scientific modelo N° 969.38) el cual se mantuvo a 105 °C por 24 horas. Culminadas las 24 horas cada crisol se colocó en un desecador por 30 min con el fin de que estos perdieran el calor y no alterara el peso de la muestra. Por último, se pesaron los crisoles y cada uno de los resultados se expresó en porcentaje dado por la ecuación 1 (Carrillo 2015).

$$(\%) \text{ Humedad} = (MH - MS) / (MH) \times 100 \quad [1]$$

Donde:

MH: Muestra Húmeda

MS: Muestra Seca

Cenizas. Para determinar el contenido de cenizas se utilizó la misma muestra de 3 g utilizada en el análisis de humedad, la cual se trasladó hacia el incinerador Sybor Thermoline a 550 °C por 5 horas, una vez culminadas las 5 horas se procedió a colocar cada muestra en un desecador por 30 min. Por último, se tomaron los pesos de cada crisol

calculando el contenido de cenizas expresado en porcentaje determinado por la ecuación 2 (Carrillo 2015).

$$(\%) \text{ Cenizas} = (\text{MI} / \text{MS}) \times 100 \quad [2]$$

Donde:

MS: Muestra Seca

MI: Muestra Incinerada

Grasa. Para la primera repetición de este estudio el porcentaje de grasa se determinó con el método AOAC 991.3 de Helrich (2012) utilizando el equipo Soxtec Foss modelo 8000 en el LAAZ. Para realizar este análisis se utilizaron $3 \text{ g} \pm 0.005 \text{ g}$ de cada muestra (M) y se colocaron dentro de los dedales de celulosa los cuales se secaron junto con las tazas del equipo a $105 \text{ }^\circ\text{C}$ durante 30 min. Trascurrido el tiempo de secado se pesaron para obtener el peso inicial de las mismas (X). Al terminar el secado de los dedales se colocaron en el equipo de Soxtec utilizando 80 ml de éter de petróleo. Las muestras fueron sometidas al equipo por un tiempo de 80 minutos con el objetivo de extraer la grasa hacia los tazones. Terminado el proceso de extracción las tazas fueron removidas del equipo y se introdujeron al horno el cual se mantuvo a $105 \text{ }^\circ\text{C}$ durante 30 min. Pasado el tiempo se procedió a pesar las tazas y obtener el peso final (PF). Se obtuvieron los porcentajes de grasa mediante la ecuación 3 (Vargas 2009). Para las siguientes repeticiones las muestras fueron enviadas al Laboratorio de Análisis Industriales MQ ubicado en la ciudad de Tegucigalpa.

$$\% \text{ Grasa} = ((\text{PF}-\text{X}) \times 100) / \text{M} \quad [3]$$

Proteína cruda. La cuantificación de la proteína cruda se determinó utilizando el método Kjeldahl AOAC 2001.11 de Helrich (2012). Para la preparación de las muestras se realizaron duplicados de cada uno de los tratamientos con peso de $1 \pm 0.0005 \text{ g}$ (Pi) estas muestras fueron colocadas dentro de papel parafinado, introducidas en tubos de vidrio que contenían dos pastillas sulfato de potasio (Kjeltabs). Estas pastillas fueron utilizadas para la destrucción de la materia orgánica. Posteriormente, en los mismos tubos de vidrio se les añadió 15 ml de ácido sulfúrico, el cual fue necesario para el proceso de digestión utilizando el equipo FOSS Tecator. Las muestras permanecieron durante 2 horas a $520 \text{ }^\circ\text{C}$.

Al terminar el proceso de digestión, se retiraron los tubos del digestor y se procedió a destilar cada una de las muestras utilizando el destilador Kjeltec para obtener la solución concentrada de nitrógeno y de esta manera poder realizar la titulación (T). Para la titulación se utilizó ácido clorhídrico con el objetivo de cuantificar el nitrógeno en las muestras (N) mediante las siguientes ecuaciones 4 y 5 (Guillermo 2017).

$$\text{N} = (\text{T}-0.1) \times (0.0928 \times 14.01) / 10 \times \text{Pi} \quad [4]$$

$$\% \text{ Proteína} = \text{N} \times 6.25 \quad [5]$$

Análisis sensoriales. Las pruebas sensoriales se llevaron a cabo en los restaurantes de Agro Industrias Del Corral. Donde participaron 30 panelistas por repetición, con un total de cuatro repeticiones y 120 panelistas. Los cuales fueron conformados por personas de ambos

sexos que asistieron a este centro de compra, la mayoría se encontraban entre 18 y 45 años. Cada muestra fue cortada en trozos (2 × 2 × 2 cm), luego fueron cocidos hasta alcanzar 70 °C internamente por un mínimo de 5 min. Las muestras de los diferentes tratamientos fueron servidas calientes, en bandejas, con su respectivo código formado por tres números y las hojas para la evaluación. A cada panelista se le colocó un vaso con agua y una galleta simple para no saturar el paladar.

Análisis de aceptación. Para la prueba de aceptación se utilizó una evaluación en la cual los panelistas calificaban seis criterios: jugosidad, sabor, apariencia, suavidad, aroma y aceptación general. Cada criterio fue evaluado utilizando una escala de 1-9, donde 1 corresponde a "me disgusta extremadamente" y 9 "me gusta extremadamente".

Análisis de preferencia. La prueba de preferencia fue realizada con 120 panelistas después de calificar cada uno de los atributos que se mencionaron anteriormente. Los panelistas ordenaron las muestras de acuerdo a su preferencia utilizando los números del 1 al 4, donde 1 fue el más preferido y 4 el menos preferido.

Diseño experimental. Para el presente estudio se utilizó un diseño de Bloques Completos al Azar (BCA), con cuatro tratamientos (Cuadro 3), que incluye la técnica de mejoramiento (sin y con técnica de mejoramiento) usada en cada músculo. Cada tratamiento constó de cuatro repeticiones obteniéndose un total de 16 unidades experimentales. El nivel de significancia fue de 0.95%. El análisis estadístico consistió de un ANDEVA y una separación de medias LSMEANS utilizando el programa SAS 9.4.

Cuadro 3. Distribución de los tratamientos.

Tratamiento		Ingredientes del marinado
Músculo	Técnica de Mejoramiento	
<i>Obliquus abdominis</i>	Control	Ninguno
<i>Obliquus abdominis</i>	Tenderizado/Masajeado-marinado	Agua fría (40%), Marinador (1.0%), Lactoplus (0.4%), Pattender (1.0%)
<i>Infraspinatus</i>	Control	Ninguno
<i>Infraspinatus</i>	Tenderizado/Masajeado-marinado	Agua fría (40%), Marinador (1.0%), Lactoplus (0.4%), Pattender (1.0%)

3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Análisis de humedad.

La retención de agua fue definida por Haque (2016) como la capacidad de las proteínas de la carne para evitar que el agua se libere de la estructura tridimensional compuesta por miosina y actina. Así mismo, la retención de agua se ve influenciada por factores como pH, sales añadidas, rigor mortis entre otros (Zayas 1997).

No se observó diferencia significativa ($P > 0.05$) para la interacción entre el músculo y técnica de mejoramiento. Sin embargo, se observó diferencia significativa ($P = 0.016$) para la técnica de mejoramiento. Los tratamientos *Obliquus abdominis* e *Infraspinatus* sin técnica de mejoramiento (Cuadro 4) presentaron los valores más bajos, con una media de 76.40 ± 0.87 y 77.45 ± 0.88 , respectivamente. Estos valores se encuentran dentro del rango normal según USDA (2011) ya que los músculos de la canal de res contienen aproximadamente un 75% de agua.

Los tratamientos con técnica de mejoramiento ya sea con el *Obliquus abdominis* o con el *Infraspinatus* presentaron valores más elevados y fuera del porcentaje normal. La técnica de mejoramiento aplicada generó mayor retención de agua en dichos tratamientos debido al proceso mecánico (tenderizado y masajeado en “tumblers” con inclusión de salmuera). Los tratamientos mecánicos (tenderizado y masajeado) están estrechamente relacionados a una mayor retención de agua, debido a que el tenderizado relaja la estructura muscular rompiendo membranas celulares haciéndolas permeables. Por consiguiente, se activan espacios intercelulares que favorecen la fijación de agua. Adicionalmente, el masajeado consigue la rotura de células, contribuyendo la extracción de proteína que mejora la absorción de salmuera posibilitando que los ingredientes tengan un efecto en la matriz (Gal 2011).

Los fosfatos en conjunto con la sal solubilizan las proteínas e incrementan valores de pH. Estos dos ingredientes actúan en sinergismo al solubilizar las proteínas, eliminando el vínculo entre la actina y miosina, dando apertura a un espacio donde altos niveles de agua añadida pueden inmovilizarse (Gal 2011). El pH determina el grado de separación entre las proteínas actina y miosina. Estudios realizados por Xacargo (2010), revelaron que a pH alejados del punto isoeléctrico se origina una repulsión por parte de los filamentos, dejando espacio para las moléculas de agua. Resultados similares se obtuvieron por Gal (2011), demostrando incrementos en la capacidad de retención de agua, atribuidos por la adición de sal y fosfato.

Cuadro 4. Medias del porcentaje de humedad y desviaciones estándar de los tratamientos.

Tratamiento		Humedad %
Músculo	Técnica de Mejoramiento	Media ± DE
<i>Obliquus abdominis</i>	Control	76.40 ± 0.87 ^b
<i>Obliquus abdominis</i>	Tenderizado/Masajeado-marinado	81.09 ± 1.32 ^a
<i>Infraspinatus</i>	Control	77.45 ± 0.88 ^b
<i>Infraspinatus</i>	Tenderizado/Masajeado-marinado	79.87 ± 1.42 ^a
CV (%)		1.83

^{ab} Medias con Letras diferentes indican diferencias significativas entre tratamientos ($P < 0.05$).

DE: Desviación estándar.

CV: Coeficiente de variación.

Proteína.

La carne roja se caracteriza por su contenido proteico el cual es de alto valor biológico e incluye importantes micronutrientes que son necesarios para la dieta diaria. La composición nutricional varía de acuerdo a la raza del animal, régimen de alimentación, estación y corte de carne. Por lo general los cortes de carnes magras contienen un alto contenido de proteínas, vitaminas y minerales (Williams 2007). En el Cuadro 5 se muestra el contenido proteico de los tratamientos en este estudio.

Cuadro 5. Medias del porcentaje de proteína y desviaciones estándar de los tratamientos.

Tratamiento		Proteína (%)
Músculo	Técnica de Mejoramiento	Media ± DE
<i>Obliquus abdominis</i>	Control	20.57 ± 0.59 ^a
<i>Obliquus abdominis</i>	Tenderizado/Masajeado-marinado	15.46 ± 0.59 ^c
<i>Infraspinatus</i>	Control	19.74 ± 0.32 ^b
<i>Infraspinatus</i>	Tenderizado/Masajeado-marinado	15.62 ± 0.82 ^c
CV (%)		1.44

^{a-c} Medias con letras diferentes indican diferencias significativas entre tratamientos ($P < 0.05$).

DE: Desviación estándar.

CV: Coeficiente de variación

Se obtuvo una diferencia significativa ($P = 0.0309$) entre la interacción con el factor músculo y técnica de mejoramiento, presentando el tratamiento *Obliquus abdominis* sin técnica de mejoramiento el mayor contenido de proteína (20.57 ± 0.59) en comparación con

el resto de los tratamientos. El *Obliquus abdominis* (15.46 ± 0.59) e *Infraspinatus* con técnica de mejoramiento (15.62 ± 0.82) presentaron los menores contenidos de proteína. Esto fue resultado de la adición de enzimas proteolíticas del marinado las cuales degradan las proteínas miofibrilares (Eshamah 2014). El proceso de masajeado en “tumblers” contribuye a la absorción de los ingredientes y la adición de fosfatos y sal, el cual da como resultado un aumento en el pH haciendo que las proteínas se solubilizan eliminando el vínculo entre la actina y la miosina. Los músculos con la técnica de mejoramiento aplicada también tuvieron porcentajes de humedad elevados, esto concuerda con Williams (2007) quien declara que, a mayor contenido de agua, menor es el contenido de nutrientes ya que en la ausencia de agua se concentran más los nutrientes y se obtienen valores más elevados.

Grasa. En la actualidad los consumidores se preocupan más por su salud y exigen productos con bajo contenido de grasa. Sin embargo, la grasa animal imparte atributos de calidad esenciales en la carne como por ejemplo la suavidad, sabor y rendimiento (Ellefson 2017). Como resultado a estas exigencias la industria se ha visto forzada a utilizar carne magra, ingredientes como la goma guar y el agua, los cuales puedan imitar las características químicas y sensoriales de la grasa.

Los tratamientos presentados en el Cuadro 6, no mostraron una diferencia significativa para la interacción entre el factor músculo y el factor técnico de mejoramiento ($P = 0.7271$). Por consiguiente, todos los tratamientos no difirieron entre sí. Las medias presentes se encuentran dentro del rango normal para cortes de carnes magros a los cuales se les halla removido mecánicamente la grasa. Resultados similares (2.05%) obtuvo (Lozano *et al.* 2017) al muestrear cortes de carne magros. Según Rather *et al.* (2016) El porcentaje de grasa puede variar debido a que la composición de la carne esta influenciada por varios factores como por ejemplo la raza, sexo, alimentación, músculo, etc. Los cortes utilizados (*Infraspinatus* y *Obliquus abdominis externus* con y sin técnica de mejoramiento) en este estudio tuvieron un proceso en el cual se removió la mayor cantidad de grasa y tejido conectivo mecánicamente, dando como resultado cortes magros.

Cuadro 6. Medias del porcentaje de grasa y desviaciones estándar de los tratamientos.

Tratamiento		Grasa (%)
Músculo	Técnica de Mejoramiento	Media \pm DE ^(NS)
<i>Obliquus abdominis</i>	Control	1.97
<i>Obliquus abdominis</i>	Tenderizado/Masajeado-marinado	1.14
<i>Infraspinatus</i>	Control	2.26
<i>Infraspinatus</i>	Tenderizado/Masajeado-marinado	1.61
CV (%)		27.62

DE: Desviación estándar; CV: Coeficiente de variación.

NS: no existieron diferencias significativas entre tratamientos ($P > 0.05$)

Cenizas. El contenido de cenizas representa el contenido mineral total en los alimentos. Entre los principales minerales de la carne se encuentra el sodio, potasio y fósforo ya que se encuentran en cantidades relativamente altas (Demand 1999). El contenido de minerales se presenta en el Cuadro 7 donde no se observó diferencia significativa para el factor músculo lo que concuerda con Marshall (2010) donde el contenido de cenizas en porcentaje para carne de res fue de 0.90-1.1%. De igual manera no se observó diferencia significativa ($P = 1.00$) para la técnica de mejoramiento debido a que cuando se pierde líquido en el tejido muscular los principales elementos que se pierden son el sodio, fósforo y potasio (Demand 1999). Los resultados se obtuvieron después de realizar un proceso de secado por 18 horas en donde se removi6 todo el contenido de humedad.

Cuadro 7. Medias del porcentaje de cenizas y desviaciones estándar de los tratamientos.

Tratamiento		Cenizas (%)
Músculo	Técnica de Mejoramiento	Media \pm DE ^(NS)
<i>Obliquus abdominis</i>	Control	0.98 \pm 0.01
<i>Obliquus abdominis</i>	Tenderizado/Masajeado-marinado	0.99 \pm 0.01
<i>Infraspinatus</i>	Control	0.99 \pm 0.01
<i>Infraspinatus</i>	Tenderizado/Masajeado-marinado	0.99 \pm 0.01
CV (%)		0.71

DE: Desviación estándar; CV: Coeficiente de variación.

NS: no existen diferencias significativas entre tratamientos ($P > 0.05$)

Análisis de pH.

Tras la muerte del animal el suministro de oxígeno hacia los músculos es cortado, el gluc6geno es almacenado como ácido láctico (glucólisis) provocando un descenso en el pH de los músculos. La glucólisis post-mortem continua mientras exista gluc6geno y se encuentre disponible alcanzando un pH final ente 5.4 y 5.7 determinado por el contenido de gluc6geno en el músculo y la accesibilidad del gluc6geno a la glucolisis (Roberts 2005). Los resultados se muestran en el Cuadro 8.

Se observó diferencia significativa ($P = 0.0441$) para el factor músculo de igual forma se presentó diferencia significativa ($P < 0001$), para la técnica de mejoramiento, por consiguiente, el tratamiento *Obliquus abdominis* con técnica de mejoramiento presentó un valor superior (6.34 ± 0.02) en comparación con los demás tratamientos. Sin embargo, los tratamientos *Obliquus abdominis* (5.68 ± 0.02), e *Infraspinatus* (5.66 ± 0.05) sin técnica de mejoramiento presentaron los valores de pH más bajos. Valores similares presentó un estudio realizados por Roberts (2005) al medir el pH de los músculos post-mortem dando como resultado valores en un rango de 5.5-5.7.

Los tratamientos *Obliquus abdominis* e *Infraspinatus* con técnica de mejoramiento presentaron un aumento en su pH ya que la adición de la salmuera aplicada en la técnica de

mejoramiento incluye en su formulación la adición de fosfatos. La adición de fosfatos en la carne tiene varias funciones como el ajuste del pH, secuestro de cationes seleccionados, cambio de las cargas iónicas y efectos bacteriostáticos (Paterson 1988). Lampila (2013) afirma que los fosfatos utilizados en la industria cárnica son fosfatos alcalinos los cuales fueron aplicados en su estudio dando resultado valores de 6.12-6.78 en diferentes cortes de la canal de res. Por lo tanto, podemos afirmar que la técnica de mejoramiento aplicada si tuvo influencia directa sobre el pH.

Cuadro 8. Medias de pH y desviaciones estándar de los tratamientos.

Tratamiento		pH
Músculo	Técnica de Mejoramiento	Media ± DE
<i>Obliquus abdominis</i>	Control	5.68 ± 0.02 ^c
<i>Obliquus abdominis</i>	Tenderizado/Masajeado-marinado	6.34 ± 0.02 ^a
<i>Infraspinatus</i>	Control	5.66 ± 0.05 ^c
<i>Infraspinatus</i>	Tenderizado/Masajeado-marinado	6.26 ± 0.03 ^b
CV (%)		0.52

^{ab} Medias con Letras diferentes indican diferencias significativas entre tratamientos (P < 0.05).

CV: Coeficiente de variación.

Análisis fuerza de corte. De todos los atributos de la carne, la terneza es calificada como la más importante por el consumidor; existiendo varios medios para ablandar la carne, química o físicamente (Calkins 2006). El tratamiento con enzimas proteolíticas es uno de los métodos populares para el ablandamiento de la carne. Existen varios métodos que se utilizan para introducir enzimas proteolíticas en cortes de carne post mortem entre ellos se encuentra la inmersión en una solución que contiene enzimas proteolíticas (Gerelt 2000).

Se observó diferencia (P < 0.0001) para la interacción entre el músculo (*Infraspinatus* y *Obliquus abdominis externus*) y la técnica de mejoramiento (con y sin técnica). El tratamiento *Obliquus abdominis* sin técnica de mejoramiento presentó la mayor fuerza de corte (44.69 ± 0.94) en comparación con el resto de los tratamientos. Sin importar el músculo evaluado, los tratamientos marinados obtuvieron la fuerza de corte más baja (Cuadro 9).

La carne presenta diferentes fuerzas de corte, afectada por cuatro características siendo estas la proteólisis postmortem, grasa intramuscular o marmoleo, tejido conectivo y el estado contráctil del músculo (Belew 2003). Estos factores contribuyen a la fuerza de corte entre diferentes músculos dentro de la misma canal de res. Los valores observados para los músculos *Obliquus abdominis* e *Infraspinatus* sin técnica de mejoramiento coinciden con los resultados obtenidos por Belew (2003) y Calkins (2006) quienes obtuvieron valores

similares para la fuerza de corte de los músculos *Infraspinatus* y *Obliquus abdominis externus*). La técnica de mejoramiento influyó sobre la fuerza de corte de los músculos *Obliquus abdominis* e *Infraspinatus* los cuales presentaron una reducción considerable de la misma.

La reducción en la fuerza de corte se puede ver asociada por las enzimas proteolíticas contenidas en el marinado utilizado y el proceso de tenderizado. Estas enzimas son utilizadas por la industria con el fin de ablandar la carne. La industria utiliza diferentes proteasas como por ejemplo la papaína (de la papaya), la bromelina (de la piña) la actinidina (del kiwi) y la ficina que proviene del higo, estas se caracterizan por su habilidad para degradar proteínas miofibrilares y tejido conectivo (Eshamah 2014). El proceso de tenderización ablanda la carne debido a que en este proceso contribuye a la ruptura del tejido conectivo y aumenta la superficie de extracción de las proteínas miofibrilares (Xacargo 2010).

Cuadro 9. Medias de fuerza de corte y desviaciones estándar de los tratamientos expresados en porcentaje.

Tratamiento		Fuerza de corte (N)
Músculo	Técnica de Mejoramiento	Media ± DE
<i>Obliquus abdominis</i>	Control	44.69 ± 0.94 ^a
<i>Obliquus abdominis</i>	Tenderizado/Masajeado-marinado	22.64 ± 0.41 ^c
<i>Infraspinatus</i>	Control	34.71 ± 0.78 ^b
<i>Infraspinatus</i>	Tenderizado/Masajeado-marinado	22.13 ± 0.51 ^c
CV (%)		0.84

^{a-c} Medias con letras diferentes indican diferencias significativas entre tratamientos ($P < 0.05$).

CV: Coeficiente de variación; N: Newton

Análisis de color. El color rojo cereza en la carne se caracteriza por ser un indicador de frescura por los consumidores. El color de la carne es otorgado por la mioglobina una proteína soluble en agua que almacena oxígeno para el metabolismo aeróbico de los músculos (Sebranek 2015). A medida que el oxígeno del aire entra en contacto con las superficies expuestas de la carne, se forma la oximioglobina (Mancini 2005). En consecuencia, el color de la carne se torna en un brillante color cereza. Las proteínas anteriormente mencionadas tienen la capacidad de oxidarse convirtiendo el pigmento de la carne en un color marrón produciendo meta mioglobina (Boles 2015). El estado de la mioglobina puede cambiar de un color púrpura oscuro a un color rojo brillante simplemente por oxigenación de la molécula proteica (Surendranath 2013).

En el cuadro 10 se muestran las medias de los valores L^* , a^* , b^* , h y croma de los tratamientos. No hubo diferencia significativa ($P > 0.05$) en los valores de L^* , a^* , b^* , h , y croma entre tratamientos.

Los valores de L^* , a^* , b^* en este estudio fueron bajos y difieren con los valores encontrados por Jones (2018) para los mismos músculos. Estudios realizados por Boles (2015) en la Universidad de Montana State University indican que los pigmentos de la carne pueden cambiar dependiendo de las condiciones de almacenamiento. En este estudio toda la carne fue almacenada y empacada al vacío. Ikeuchi (2011) afirma que la decoloración de la carne en tratamientos a alta presión causa una conversión de mioglobina reducida en mioglobina oxidada ya que no hay suministro de oxígeno. Por lo tanto, el color es impredecible debido a los cambios que ocasiona el presurizado. La estabilidad del color mejora cuando el músculo se almacena a $4\text{ }^{\circ}\text{C}$ por 48 horas (Yusop 2011) por lo tanto, se puede afirmar que los valores de L^* , a^* , b^* de los tratamientos de este estudio fueron más bajos debido a que fueron muestreados inmediatamente después de desempacarlos.

Análisis sensoriales.

Análisis de aceptación. Los tratamientos sometidos a la técnica de mejoramiento presentaron las mejores puntuaciones sensoriales manteniéndose entre los mejores evaluados (Cuadro 11). El *Obliquus abdominis* con técnica de mejoramiento fue el tratamiento mejor evaluado en todos los atributos analizados, resultados atribuidos al tipo de músculo y la técnica de mejoramiento usada. El atributo jugosidad y apariencia fue calificado como me gusta extremado para la técnica de mejoramiento utilizada. Esta puntuación puede ser relacionada al agua añadida y los extensores de masa cárnica (goma xantano y guar) utilizada, la cual se encontraba en el Pat tender.

El Pat tender utilizado incluía en su formulación proteína de soya, goma xantano y guar, que en combinación imitan las cualidades sensoriales de la grasa. Esta combinación según Rather *et al.* (2016) imparte una sensación cremosa en la boca, libera sabor, buena sensación y jugosidad. El atributo suavidad para la técnica de mejoramiento también fue calificado como me gusta extremadamente. La suavidad de la carne fue influenciada por las enzimas proteolíticas y los procesos mecánicos aplicados en la carne con técnica de mejoramiento (tenderizado y masajado). Estos procesos ayudan a ablandar la carne ya que tienen la habilidad de degradar proteínas miofibrilares y el tejido conectivo. El sabor y aroma recibieron puntuaciones aceptables, las cuales fueron resultado de la adición de sodio en la formulación del tratamiento aplicado. Schilling (2008) afirma que el sodio es el principal potenciador del sabor en la carne ya que aumenta la capacidad para que las proteínas interactúen con compuestos que resaltan el sabor y olor dando como resultado la estimulación del gusto y fortalecen la señal sináptica desde el sitio receptor hasta el cerebro. Debido a las puntuaciones aceptables de los atributos anteriormente mencionados es de esperar que la aceptación general de la técnica de mejoramiento fuese muy buena, por lo tanto, se obtuvo resultados de “me gusta extremadamente” para ambos músculos con la técnica de mejoramiento aplicada.

Cuadro 10. Medias de los valores L*, a*, b*, h, croma y desviaciones estándar de los tratamientos.

Tratamiento		L*	a*	b*	h	Croma
Músculo	Técnica de Mejoramiento	Media ± DE ^(NS)				
<i>Obliquus abdominis</i>	Control	28.13 ± 1.97	75.72 ± 3.08	71.86 ± 1.89	37.25 ± 0.95	19.70 ± 3.60
<i>Obliquus abdominis</i>	Tenderizado/Masajeado-marinado	32.08 ± 3.51	76.67 ± 1.66	74.53 ± 1.43	41.00 ± 1.63	22.12 ± 2.13
<i>Infraspinatus</i>	Control	31.51 ± 3.92	76.08 ± 0.75	73.31 ± 0.90	39.50 ± 2.38	20.89 ± 0.75
<i>Infraspinatus</i>	Tenderizado/Masajeado-marinado	33.04 ± 3.16	74.56 ± 2.63	74.27 ± 1.91	44.50 ± 4.35	20.43 ± 2.87
CV (%)		10.5	1.93	2.11	8.01	8.72

DE: Desviación estándar; CV: Coeficiente de variación

NS: No existieron diferencias significativas entre tratamientos (P > 0.05).

L*= colores negro y blanco siendo 0 lo más negro y 100 lo más claro.

a*= verde a rojo (-) verde (+) rojo.

b*= azul a amarillo (+) amarillo (-) azul.

H= hue value

Cuadro 11. Medias y desviación estándar de los atributos sensoriales de los tratamientos.

Tratamiento		Aroma	Suavidad	Apariencia	Sabor	Jugosidad	Aceptación
Músculo	Técnica de Mejoramiento	Media ± DE					
<i>Obliquus abdominis</i>	Control	5.34 ± 1.89 ^b	5.64 ± 2.24 ^d	6.01 ± 1.72 ^b	5.20 ± 1.98 ^c	5.56 ± 1.95 ^b	5.81 ± 1.69 ^c
<i>Obliquus abdominis</i>	Tenderizado/ Masajeado- marinado	7.13 ± 1.44 ^a	7.9 ± 1.15 ^a	7.52 ± 1.17 ^a	7.66 ± 1.54 ^a	7.40 ± 1.27 ^a	7.85 ± 0.91 ^a
<i>Infraspina tus</i>	Control	5.53 ± 1.99 ^b	6.66 ± 2.15 ^c	5.98 ± 1.54 ^b	6.06 ± 1.64 ^b	5.93 ± 1.67 ^b	6.17 ± 1.60 ^b
<i>Infraspina tus</i>	Tenderizado/ Masajeado- marinado	6.70 ± 1.45 ^a	7.3 ± 1.35 ^b	7.22 ± 1.14 ^a	7.35 ± 1.27 ^a	7.18 ± 1.34 ^a	7.60 ± 1.02 ^a
CV (%)		27.76	26.07	21.2	23.4	24.32	19.72

^{a-c} Medias con letras diferentes indican diferencias significativas entre tratamientos (P < 0.05).

DE: Desviación estándar, CV: Coeficiente de variación

Escala idónea donde 1 significa me disgusta extremadamente y 9 me gusta extremadamente.

Preferencia. El análisis sensorial de preferencia de los tratamientos mostró una mayor preferencia por parte de los consumidores hacia los tratamientos con técnica de mejoramiento aplicada. El tratamiento *Obliquus abdominis* e *Infraspinatus* con técnica de mejoramiento presentes en el Cuadro 12 fueron los preferidos respecto a aroma, suavidad, apariencia, sabor y jugosidad.

Cuadro 12. Prueba Chi-cuadrado para análisis sensorial de preferencia.

Tratamiento		Panelistas
Músculo	Técnica de mejoramiento	%
<i>Obliquus abdominis</i>	Control	14.7
<i>Obliquus abdominis</i>	Tenderizado/Masajeado-marinado	40
<i>Infraspinatus</i>	Control	12.5
<i>Infraspinatus</i>	Tenderizado/Masajeado-marinado	33.33
Chi-cuadrado		27.26
Probabilidad		.0001

4. CONCLUSIONES

- ◆ La técnica de mejoramiento suavizó los cortes de carne provenientes de los diferentes músculos, incrementó el pH y la humedad y redujo el contenido proteico.
- ◆ La técnica de mejoramiento no afectó el contenido de grasa, ceniza y color de la carne.
- ◆ Los músculos *Infraspinatus* y *Obliquus abdominis* con técnica de mejoramiento fueron los más aceptados.
- ◆ El *Obliquus abdominis* con técnica de mejoramiento fue preferido sobre el *infraspinatus* bajo las mismas condiciones de mejoramiento.

5. RECOMENDACIONES

- ◆ Utilizar el músculo *Infraspinatus* con tenderizado y masajeado como técnica de mejoramiento para ser comercializado como alternativa complementaria del músculo *Obliquus abdominis externus* para lograr una mayor rotación de producto en la empresa de Agro Industrias Del Corral.
- ◆ Seguir utilizando la salmuera aplicada debido a las características que esta brinda a los cortes de carne *Infraspinatus* y *Obliquus abdominis externus*.
- ◆ Realizar estudios evaluando la purga de los músculos a los cuales se les aplicó la técnica de mejoramiento.
- ◆ Realizar nuevamente un análisis de grasa reduciendo la variabilidad entre tratamientos.

6. LITERATURA CITADA

Barbut S. 2015. The science of poultry and meat processing. University of Guelph. Food science department. Canada [Online Textbook]. <http://www.poultryandmeatprocessing.com/>

Belew J. 2003. Warner–Bratzler shear evaluations of 40 bovine muscles. Meat Science. Department of Animal Science, Texas Agricultural Experiment Station, Texas A&M University. doi:10.1016/s0309-1740(02)00242-5

Bennett A. 2016. Carne y Productos Cárnicos. FAO. Italia. <http://www.fao.org/ag/againfo/themes/es/meat/home.html>

Boles J. 2015. Meat Color Montana State University and Saskatchewan Food Product Innovation Program University of Saskatchewan. <http://www.cfs.purdue.edu/FN/fn453/meat%20color.pdf>

Calkins C. 2006. Benchmarking carcass characteristics and muscles from commercially identified beef and dairy cull cow carcasses for Warner-Bratzler shear force and sensory attributes. <http://digitalcommons.unl.edu/cgi/viewcontent.cgi?article=1568&context=anim>.

Calkins C, Sullivan G. 2007. Ranking of Beef Muscle for Tenderness. University of Nebraska. USA. https://www.beefresearch.org/CMDocs/BeefResearch/PE_Fact_Sheets/Ranking.pdf.

Carrillo Palencia P. 2015. Evaluación de las características fisicoquímicas, microbiológicas y sensoriales de la carne de cerdos suplementados con selenio e importada de Estados Unidos de América. <https://bdigital.zamorano.edu/bitstream/11036/4543/1/AGI-2015-009.pdf>

Demand J. 1999. Minerals. Food Science Text Series, 209–227. Springer US. New York. [Book]. doi:10.1007/978-1-4614-6390-0_5

Ellefson W. 2017. Fat Analysis. Food Analysis, 299–314. Nutritional chemistry and food safety. doi: 10.1007/978-3-319-45776-5_17

Eshamah H, Han I, Naas H, Acton J, & Dawson P. 2014. Antibacterial effects of natural tenderizing enzymes on different strains of *Escherichia coli* O157:H7 and *Listeria monocytogenes* on beef. Meat Science, 96(4): 1494–1500. doi: 10.1016/j.meatsci.2013.12.010

Gal R. 2011. Use of phosphates in meat products. Department of Food Technology and Microbiology, Faculty of Technology, Tomas Bata University in Zlin. https://www.academicjournals.org/article/article1380894469_Long%20et%20al.pdf

Gerelt B. 2000. Meat tenderization by proteolytic enzymes after osmotic dehydration. *Meat Science*. 56(3): 311–318. doi:10.1016/s0309-1740(00)00060-7

Guillermo Huaman B. 2017. Efecto del contenido de miel y polen en las características físico-químicas y sensoriales del almíbar de mango (*Mangífera indica*). Tesis. <https://bdigital.zamorano.edu/bitstream/11036/5982/1/AGI-2017-028.pdf>

Haque M. 2016. Food Proteins, Structure, and Function. Reference Module in Food Science. *Food proteins Journal* 2-15. doi:10.1016/b978-0-08-100596-5.03057-2

Helrich K. 2012 Official methods of analysis of the association of official analytical chemist. <https://law.resource.org/pub/us/cfr/ibr/002/aoac.methods.1.1990.pdf>

Ikeuchi Y. 2011. Recent advances in the application of high-pressure technology to processed meat products. *Processed Meats journal*, 1-9. doi:10.1533/9780857092946.3.590

Jones S. 2018. Bovine Myology. University of Nebraska. USA. <https://bovine.unl.edu/main/index.php?lang=English&what=muscleDescriptions&listBy=commonName&musID=5>

Klaus G. 2004. Consumer perception of meat quality and implications for product development in the meat sector—a review. doi:10.1016/S0309-1740(03)00130-x

Lampila L. 2013. Applications and functions of food-grade phosphates. *Annals of the New York Academy of Sciences*. 1301(1): 37–44. doi:10.1111/nyas.12230

Legako J. 2015. Effects of USDA beef quality grade and cooking on fatty acid composition of neutral and polar lipid fraction. <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2014.10.013>

Lozano M, Rodríguez-Ulibarri P, Echeverría J, Beruete M, Sorolla M, & Beriain, M. 2017. Mid-Infrared Spectroscopy (MIR) for Simultaneous Determination of Fat and Protein Content in Meat of Several Animal Species. *Food Analytical Methods*, 10(10), 3462–3470. doi: 10.1007/s12161-017-0879-1

Mancini R. 2005. Current research in meat color. . *Animal Sciences and Industry*, Kansas State University. *Meat science journal* 35-50. <http://sci-hub.tw/https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2005.03.003>

Marshall M. 2010. Ash Analysis. Food Analysis journal 105–115. Food Science and Human Nutrition, University of Florida. doi:10.1007/978-1-4419-1478-1_7

Noriega Rivera P. 2015. Efecto de niveles de sal y tiempo de masajeo en las características fisicoquímicas, microbiológicas y sensoriales en jamón de cerdo. Tesis. <https://bdigital.zamorano.edu/bitstream/11036/4648/1/AGI-2015-031.pdf>

Palma J. 2009. Efecto de la adición de dos concentraciones ácido cítrico y dos tiempos de ahumado en propiedades físico-químicas y sensoriales de palitos de carne. Tesis. <https://bdigital.zamorano.edu/bitstream/11036/5428/1/AGI-2009-T031.pdf>

Palma Avila S. 2009. Evaluación de las propiedades fisicoquímicas, sensoriales y microbiológicas de carne de res (*M. Longissimus dorsi*) marinada con jugo de mangostán (*Garcinia mangostana L.*). [Tesis]. <http://hdl.handle.net/11036/292>

Paterson B. 1988. Effects of Salt and Pyrophosphate on the Physical and Chemical Properties of Beef Muscle. Journal of Food Science. 53(5): 1258–1265. doi:10.1111/j.13652621.1988.tb09252.

Pietrasik Z. 2010. Influence of blade tenderization, moisture enhancement and pancreatin enzyme treatment on the processing characteristics and tenderness of beef semitendinosus muscle. Meat Science journal, pg. 84(3), 512–51. doi: 10.1016/j.meatsci.2009.10.006

Rather S, Masoodi F, Akhter R, Rather J, Gani A, Wani S, & Malik A. 2016. Application of guar–xanthan gum mixture as a partial fat replacer in meat emulsions. Journal of Food Science and Technology. 53(6): 2876–2886. doi: 10.1007/s13197-016-2270-4

Roberts T. 2005. Meat and meat products. Micro-Organisms in Foods journal pg.6, 1–106 Microorganisms in Foods 6, 1–106. doi: 10.1007/0-387-28801-5_1.

Ruiz F. 2003. Changes in meat quality characteristics of bovine meat during the first 6 days post mortem. [http://sci-hub.tw/https://doi.org/10.1016/S0309-1740\(03\)00068-8](http://sci-hub.tw/https://doi.org/10.1016/S0309-1740(03)00068-8)

Sañudo C. 1997. Breed Effect on Carcase and Meat Quality of Suckling Lambs. Meat science journal pg. 22-3. Doi: 10.1016/S0309-1740(97)00030-2.

Schilling M. 2008. Flavor Challenges of Sodium Reduction in Processed Meat Products. https://www.meatscience.org/docs/defaultsource/publicationsresources/rmc/2008/schilling-paper.pdf?sfvrsn=7282bab3_0

Sebranek J. 2015. An Overview of Functional Non-Meat Ingredients in Meat Processing: The Current Toolbox. https://lib.dr.iastate.edu/cgi/viewcontent.cgi?referer=https://www.google.hn/&httpsredir=1&article=1003&context=ans_conf

Surendranath P. 2013. Myoglobin Chemistry and Meat Color. *Annual Review of Food Science and Technology*. 4(1): 79–99. <https://www.annualreviews.org/doi/10.1146/annurev-food-030212-182623>

Umanzor Delgado C. 2012. Caracterización física, microbiológica y sensorial de un chorizo con frijoles (*Phaseolus vulgaris*) y queso crema deshidratados. [consultado 2018 julio 22]. <https://bdigital.zamorano.edu/bitstream/11036/1020/1/AGI-2012-T047.pdf>

USDA. United states department of agricultura. 2011. Water in Meat and Poultry. <https://www.fsis.usda.gov/wps/wcm/connect/42a903e2451d40ea897a22dc74ef6e1c/WaterinMeats.pdf?MOD=AJPERES>

Vargas L. 2009. Efecto del tiempo de secado y ahumado en el color y características físico-químicas y sensoriales de una salchicha frankfurter. <https://bdigital.zamorano.edu/bitstream/11036/315/1/AGI-2009-T044.pdf>

Vásquez R. 2008. Factores asociados con la calidad de la carne. I parte: la ternera de la carne bovina en 40 empresas ganaderas de la región Caribe y el Magdalena Medio. En colaboración con Hugo Ballesteros. Corpoica. <http://revista.corpoica.org.co/index.php/revista/article/view/95>.

Williams P. 2007. Nutritional composition of red meat. <https://ro.uow.edu.au/cgi/viewcontent.cgi?referer=https://www.google.hn/&httpsredir=1&article=1053&context=hbspapers>

Xacargo M. 2010. Manufacturing process for whole muscle cooked meat products III: Massage. <http://en.metalquimia.com/upload/document/article-en-15.pdf>

Yusop S. 2011. Marinating and enhancement of the nutritional content of processed meat products. *Processed Meats*. 421–449. doi:10.1533/9780857092946.3.421

Zayas J. 1997. Water Holding Capacity of Proteins. *Functionality of Proteins in Food text series* 76–133. http://sci-hub.tw/https://doi.org/10.1007/978-3-642-59116-7_3.

7. ANEXOS

Anexo 1. Pruebas sensoriales.

Hoja de evaluación sensorial

Instrucciones:

- ◆ Pruebe las muestras de izquierda a derecha en el orden que se le presentan.
- ◆ Evalúe la apariencia antes de probar cada muestra
- ◆ Marque con una X el cuadrado indicando su grado de aceptación
- ◆ Recuerde tomar agua y una galleta entre cada muestra

Muestra # Disgusta extremadamente no me gusta ni me disgusta gusta
extremadamente

	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Jugosidad									
Sabor									
Apariencia									
Suavidad									
Aroma									
Aceptación general									

Muestra # Disgusta extremadamente no me gusta ni me disgusta gusta
extremadamente

	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Jugosidad									
Sabor									
Apariencia									
Suavidad									
Aroma									
Aceptación general									

Continuación **Anexo 1.**

Muestra # Disgusta extremadamente no me gusta ni me disgusta gusta
 extremadamente

	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Jugosidad									
Sabor									
Apariencia									
Suavidad									
Aroma									
Aceptación general									

Muestra # Disgusta extremadamente no me gusta ni me disgusta gusta
 extremadamente

	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Jugosidad									
Sabor									
Apariencia									
Suavidad									
Aroma									
Aceptación general									

Hoja de evaluación sensorial utilizando el análisis de preferencia.

Instrucciones:

- ◆ Pruebe las muestras de izquierda a derecha en el orden presentado.
- ◆ Limpie su paladar entre cada muestra utilizando agua y galleta de soda
- ◆ Indique su muestra preferida

código de muestra

Comentarios: